

Az onkológiai megbetegedések diffúzió-súlyozott MR képalkotása. Kezdeti tapasztalatok, eredmények I.

Dr. Puskás Tamás, Henits Imre, Vas Megyei Markusovszky Kórház Radiológiai Osztály

A tumoros betegségek korai, pontos igazolása a képalkotó diagnosztika egyik legnagyobb kihívása. A malignus megbetegedések kimutatásában és a kezelések hatékonyságának megítélésében jelenleg a PET, PET-CT vizsgálaté a vezető szerep.

A DW-MRI vizsgálat gyorsan elvégezhető, a vizsgálathoz nem szükséges ionizáló sugárzás, a potenciális veszélyt jelentő kontrasztanyag adása, lehetővé teszi az elváltozások minőségi és mennyiségi értékelését és információt nyújt a szövetek mikrostrukturális és funkcionális változásairól.

Diffusion-weighted MR imaging in oncological diseases. The early and correct diagnosis of cancer is one of the greatest challenges of diagnostic imaging. Nowadays PET-CT examination is the definitive imaging method either in staging or follows up at patients suffering from cancer.

Diffusion-weighted MR imaging can be performed quickly, this technique does not require contrast material administration and ionizing radiation, yields both qualitative and quantitative information that reflects microstructural and functional alterations in tissue.

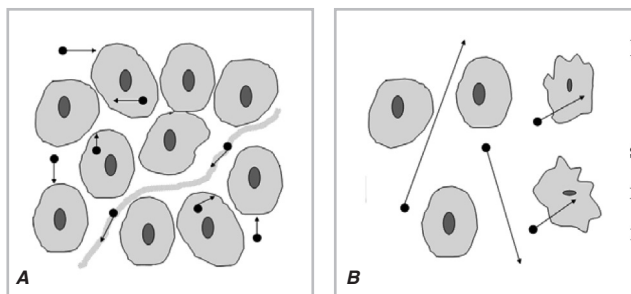
A DIFFÚZIÓ ALAPJAI

A diffúziós kép kontrasztjának forrása a vízmolekulák szövetenként eltérő mozgása. Az ilyen vizsgálat viszonylag gyors és nem igényel külső kontrasztanyagot. A mérés során kapott minőségi és mennyiségi információk tükrözik a szövetek bizonyos sejtszintű tulajdonságait pl. a tumorok sejteinek sűrűségét, sejteik épségét. A hagyományos morfológiai képalkotás mellett az 1980-as évektől a diffúziós képalkotást az intrakraniális betegségek vizsgálata során kezdték alkalmazni. Az 1990-es években egy sor technológiai fejlődés lehetővé tette az MRI diffúziós mérések más anatómiai régiókban való alkalmazását, beleértve a teljes testet, gerincet, a hasi és medencei szerveket [2,4]. A teljes test diffúzió súlyozott képalkotás (DWI – Diffusion Weighted Imaging) egyre inkább kezd elterjedni, és egyre nagyobb érdeklődéssel alkalmazzák elsősorban a daganatos betegségek diagnosztikájában.

A DWI képalkotás fizikai alapjai

A diffúziós MR-vizsgálómódszer, a vízmolekulák Robert Brown skót botanikusról elnevezett Brown-féle mozgásán, vagyis hőmérséklet-vezérelt véletlenszerű mozgásán alapul

[13]. A diffúzió egy háromdimenziós folyamat. A biológiai szövetekben a víz szétterjedését az egyes irányokban különböző struktúrák gátolják (1, A,B ábra).

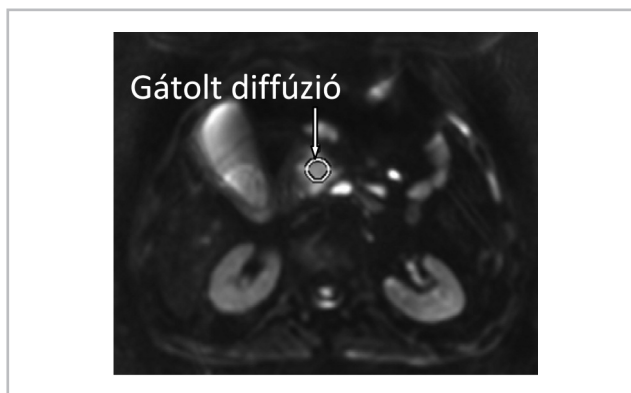


1.A ábra
Gátolt a diffúzió: Nagy a sejtsűrűség (pl. nagysejtsűrűségű tumor) és épek a sejtmembránok, ez mind akadályozza a vízmolekulák (fekete pontok) mozgását, gátolt a diffúzió. Az ábra sejteket és véreket is tartalmaz. Ezek mind hozzájárulnak a mért MR jelhez. Az erekben áramló vér (perfúzió) okozta jel nem tekinthető valódi diffúzióknak. Hatását méréskor célszerű kiküszöbölni.

1.B ábra
Szabad diffúzió: Az alacsony sejtsűrűség, a hibás sérült sejtek lehetővé teszik a vízmolekulák extra és intracelluláris tér közötti mozgását. Nagyobb a vízmolekulák mozgása, a diffúzió szabadabb.

A víz mozgásának mérése (Apparent Diffusion: látszólagos diffúzió)

Az MRI diffúziómérés egy non-invazív eljárás, amely a szöveti víz mikroszkopikus mozgását detektálja. A mérésnél egy „hagyományos” MR szekvenciát (ami egy erősen T2 súlyozott gyors szekvencia) egy úgynevezett diffúziós gradienssel kombinálják. A diffúziós szekvencia jellemzője a „b” – faktor, (b-érték) mely a diffúziós gradiens paramétereink függvénye. A mérés több b-értékkel (minimum kettővel), történik. A teljes test vizsgálatoknál a b-tartomány 0-2000



2. ábra
b=600 s/mm² értékkel készült diffúziós kép

s/mm² közé esik. A perfúzió hatása $b > 200$ s/mm² választással kiküszöbölhető. Az MRI képeken a vízmolekulák gátolt mozgása (diffúziója), és a diffúziótól független, ún. „T2 shine through” effektus is magas jelintenzitásként ábrázolódik (pl. ciszta, haemangioma), míg a mozgó szabad diffúziójú vízmolekulák az MRI képen alacsony jelintenzitást mutatnak (2. ábra). A mérés során kapott MRI jelek intenzitása függ a b-értéktől, a vizsgált régió diffúziójától, illetve a „T2 shine through” effektustól [11,12].

Minőségi (kvalitatív) értékelés, detektálás

Cél az ép, és a kóros struktúrák minél pontosabb elkülönítése. A DWI mérés minimum két b-értékkel történik, az egyik a $b=0$, a másik attól eltérő pl: $b=1000$ s/mm². A jó szöveti differenciálás érdekében fontos a b-érték optimális kiválasztása. A DWI mérési szekvenciában SPAIR vagy STIR zsírelnyomás alkalmazásával a kép dinamikája, a detektálás pontossága, növelhető.

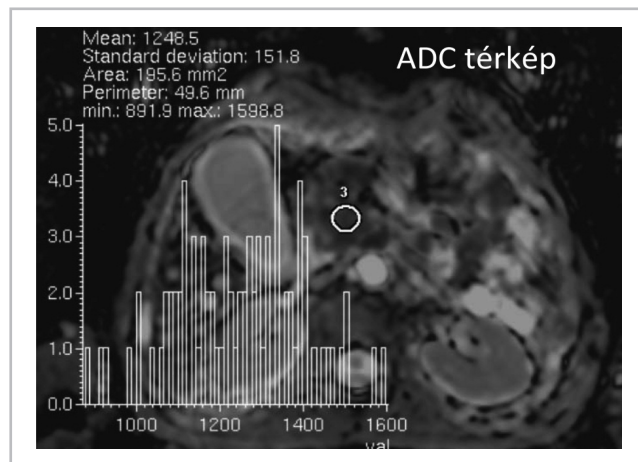
A gyakorlatban alkalmazott két zsírelnyomási technika:

SPAIR: előnye, hogy a mérés során nem rontja a jel/zaj viszonyt, hátránya: relatíve kicsi a vizsgálható terület a fejláb irányba, nem eléggé egyenletes a zsírelnyomás.

STIR: előnye, hogy egyenletesebb zsírelnyomás és nagyobb a vizsgálható terület, hátránya: a jel/zaj viszony rosszabb, erőteljesebbek a képi műtermékek, hosszabb a mérési idő.

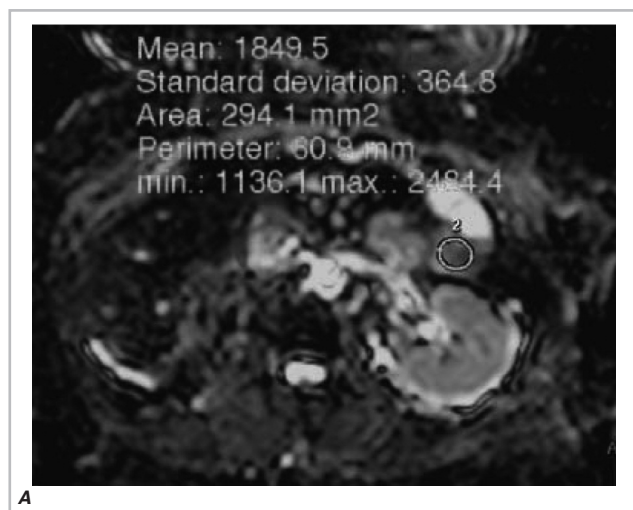
Mennyiségi (kvantitatív) elemzés

A különböző b-értékkel elvégzett DWI mérések egymástól eltérő kontrasztú képeinek azonos geometriai pozíciójú képpontjai között sorra meghatározott matematikai műveleteket hajtanak végre, így „T2 shine through” hatása kiküszöbölhető, eredményeként pedig az ADC térképet (Apparent Diffusion Coefficient Map) kapjuk. Ebből a fontos régiók bejelölésével az adott részre jellemző ADC érték (Apparent Diffusion Coefficient) a diffúzió „nagysága” számszerűen meghatározható (3. ábra).

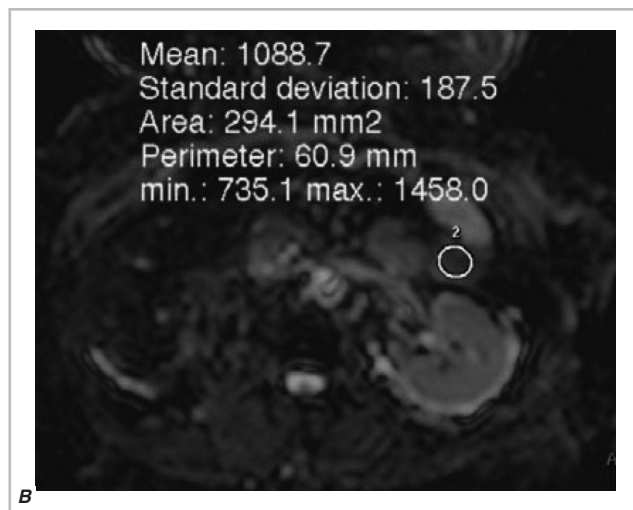


3. ábra
ADC térkép, ADC mérés

A fentiekből következik, hogy a beteg későbbi vizsgálataiban, az összehasonlítás miatt, a kontrollméréseket mindig az eredeti méréssel, azonos paraméterekkel, és zsírelnyomási technikával kell elvégezni. Ha egy elváltozás vizsgálatát eltérő b-értékkel, zsírelnyomási technikával végezzük az ADC értékek is eltérőek lesznek (4. ábra).



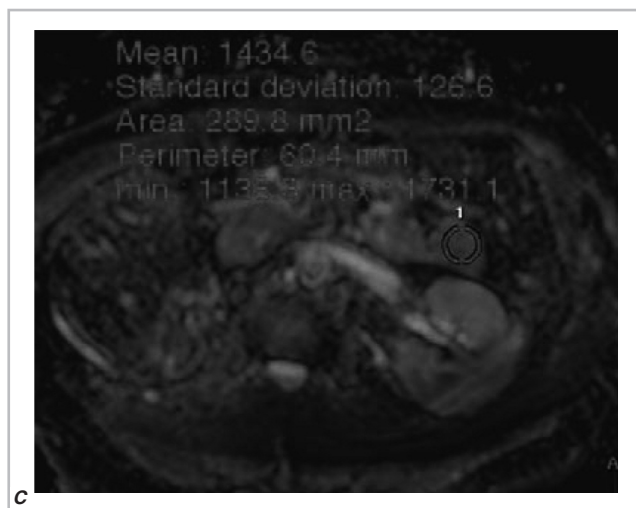
4/A ábra
 $b: 600$ s/mm², STIR, ADC: 1,85 mm²/s



4/B. ábra
 $b: 1000$ s/mm², STIR, ADC: 1,088 mm²/s

A 4/A és 4/B ábrákon látható ADC térképek egyazon zsírelnyomási szekvenciával (STIR), de eltérő b-értékekkel készültek. Az ADC eltérések oka az, hogy az alacsonyabb b-értéknél a diffúzió gyors komponense dominál, míg a magasabb b-értéknél a lassú. A 4/B, és 4/C ábrákon látható ADC térképek eltérő zsírelnyomási (STIR-SPAIR) szekvenciával, de megegyező b-értékekkel készültek. Az eltérő ADC értékek (1.088 – 1.43 mm²/s) oka az eltérő zsírelnyomási technika.

A jó minőségű extracraniális (teljes test) diffúziós képalkotás komoly kihívásokat jelent a vizsgáló számára (az optimális jel/zaj viszony biztosítása; a különböző zsírelnyomási technikák eltérő hatása; nagy a vizsgálandó terület; a ge-



4/C ábra
b:1000 s/mm² SPAIR, ADC: 1.435 mm²/s

ometriai felbontás relative kicsi; jelentősek a képi – pl. a mozgási – műtermékek).

Az ADC és a perfúziós (f) érték

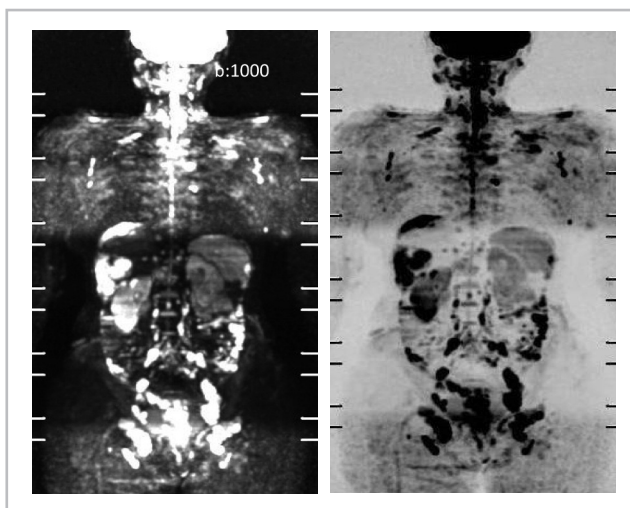
Az ADC egy összetett érték, mely részben a vízmolekulák mozgásából (diffúzió) illetve a kapillárisok mikrocirkulációjából (perfúzió) adódik. Ez a két tényező felelős a voxeleken belüli inkoherens mozgás által létrehozott jelintenzitás csökkenésért és ebből a diffúziós súlyozott képek diffúziós és perfúziós paramétereit ki lehet számítani. A perfúziós (f) érték kiszámításához 3 b-faktorral kell a vizsgálatot elvégezni, de ha több, annál pontosabbak a számítások. Az eltérő b-faktorú képeken a gátolt mozgás miatt a molekulák más-más helyet foglalnak el, ami lényeges eltérést okoz a mért jel csökkenésében. A vizsgálatokból páronként (b: 0-600, b: 600-1000) lehet meghatározni az ADC értékeket és azokból egy matematikai képlet segítségével a perfúziós (f) érték kiszámítható. A kezdeti tapasztalatok alapján a pancreas tumoroknál az egészséges és tumoros szövet közötti különbséget a perfúziós (f) érték még az ADC értéknél is szenzitívebben jelzi.

A teljes test vizsgálatra kidolgozott diffúzió súlyozott képalkotó technika

Diffusion – Weighted whole – body Imaging with Background body signal Suppression (DWIBS)

DWIBS adatgyűjtésnél a mérés során több axiális képsorozat készül (több régióról blokkokban, magas b értékkel (általában 0 – 1000 s/mm²) és maximális háttérzsír (STIR) elnyomással. A mért képekből radiális és koronális síkú rekonstrukció történik.

A PET, PET-CT vizsgálatokkal való könnyebb összehasonlítás miatt a teljes test vizsgálatnál a fekete-fehér szín megfordítása (inverziója) történik, így a világos háttér előtt sötétszürke, illetve fekete színben láthatók az elváltozások (5. ábra).



5. ábra
Teljes test DWIBS kép (eredeti és inverz-PET-CT-hez hasonló)

Az irodalom a DW-MRI vizsgálatokat két csoportra osztja [12]:

Nem onkológiai alkalmazás:

- perifériás idegek vizsgálata
- nyálmirigyek, vesék, máj, pancreas kiválasztás vizsgálata
- diffúz májelváltozások

Onkológiai alkalmazás:

- nyak-mellkas, hasi, kismedencei tumoros betegségek diagnosztikája
- onkológiai kezelések eredményességének megítélése
- nyirokrendszer, csontrendszer malignus betegségei
- általános tumor kutatás

TELJES TEST CSONT ÉS NYIROKCSOMÓ VIZSGÁLATOK

A DW-MRI vizsgálatnak az onkológiai megbetegedésekben a PET, PET-CT-hez hasonlóan a betegség kimutatásában (staging), és a kezelések eredményességének nyomon követésében (follow-up) van szerepe [12,19].

Csontrendszer

A daganatos betegségek áttételeinek egyik leggyakoribb szerve a csontrendszer. Az emlő, tüdő, prostata, pajzsmirigy-tumorok metasztázisai a csigolyákon, és a proximális (humerus, femur) csöves csontokon jelennek meg [6].

A hematológiai betegségek közül a lymphomák, myeloma multiplex, és a leukémia okozhat fókális, vagy generalizált csontvelő elváltozást.

A malignus csontfolyamatok kimutatásában a hagyományos radiológiai vizsgálatok szenzitivitása alacsony. Korai és pontosabb diagnózis érhető el a CT, izotóp, és MR vizsgálatokkal [6,12].

A CT ma már rutin vizsgálóeljárás, jól ábrázolja a kortikális destrukciókat, patológiás töréseket, és a perioszteális

eltéréseket. Hátránya, hogy a csontot érintő korai folyamatról nem nyújt információt és relatív magas sugárdózissal jár.

A csont scintigráfia elsősorban az oszteoblasztikus elváltozásokat ábrázolja; emlő, prosztatata tumorok esetén jó hatásfokú. A litikus elváltozásoknál és a csontvelő érintettségénél az érzékenysége alacsony, hátránya, hogy a töréseket, degeneratív elváltozásokat nem tudja a malignus folyamatoktól elkülöníteni.

A PET, PET-CT vizsgálat sokkal érzékenyebb módszer, mert a megnövekedett metabolizmus következtében a tumoros elváltozás tracer felvétele az egészséges csontnál sokkal magasabb.

Az alacsony metabolizmusú tumoroknál (prostata, vese, bronchoalveolaris carcinoma), valamint az 1 cm-nél kisebb elváltozásoknál a PET-, PET-CT vizsgálat alacsony hatásfokú [11, 21].

Jelenleg diagnosztikus tekintetben a malignus csontfolyamatok igazolásában a legérzékenyebb módszer az MR vizsgálat. A hagyományos MR vizsgálatnál alkalmazott natív és kontrasztanyag adása utáni T1, és STIR zsírelnyomású szekvenciák jó hatásfokkal igazolják úgy az oszteolitikus, mint az oszteoszklerotikus metasztázisokat [6].

DW-MRI: A csontszövet az élet folyamán dinamikus változáson megy keresztül. Fiatalkorban a vérképzésben aktív szerepet játszó vörös csontvelő a medence és a proximális hosszú csöves csontokban található. Az életkor előrehaladtával a vörös csontvelő helyét zsírszövet foglalja el, ezt nevezik sárga csontvelőnek. Ezek alapján érthető, hogy a DW-MRI vizsgálat során a csontok megjelenése, jelintenzitása szorosan összefügg az életkorral. A T1 mérésnél a zsírdús, sárga csontvelő magas jelintenzitású területként látható, míg a zsírelnyomással végzett mérésnél alacsony jelintenzitású. A zsíros környezetben a protonok mozgása gátolt, ami alacsony ADC értéket jelent. Ezért a fiatalabb életkorban az egészséges csontok a kevesebb zsírtartalom miatt magasabb jelintenzitásúak, mint az idősebb korúak csontjai. Hasonlóan a csontvelőn belüli sejtű, malignus folyamatok is magasabb ADC értéket adnak. Éppen ezért nem lehet kategorikusan malignus-benignus ADC értékeket meghatározni, az irányelveket kell figyelembe venni. Egy elváltozás ADC értékét ugyanannál a betegnél mindig egy biztosan ép terület ADC értékével kell összehasonlítani [12, 20, 24].

Több szerző értékelte a DW-MRI, hagyományos MRI és csont scintigráfiai vizsgálatok érzékenységét a malignus folyamatok kimutatásában. Véleményük szerint a DW-MRI és a hagyományos MR vizsgálat (T1, STIR) kombinációja szenzitivitásában megegyezik az FDG-PET-CT vizsgálattal. Az oszteoblasztikus metasztázisok a magas b-faktorral és zsírelnyomással végzett DW-MRI vizsgálatoknál sötét (fekete) területként nem mindig különíthetők el a környező szuprimált zsíros csontvelőtől. Éppen ezért lényeges a T1, STIR, és DW-MRI szekvenciákat szükség esetén a CT vizsgálattal együttesen kell elemezni [6, 11, 20, 23].

Fontos megemlíteni, hogy összehasonlítva a PET-CT vizsgálattal, a hagyományos MR vizsgálat DW-MRI szek-

venciákkal kiegészítve az alacsony metabolizmusú és 1 cm-nél kisebb tumorokat is jól ábrázolja [12].

Nyirokcsomók

A metasztatikus nyirokcsomók kimutatása az onkológiai betegségek kezelésének és prognózisának alapvető feltétele. A klinikai gyakorlatban különböző vizsgálatokkal (CT, MR, UH, PET) a nyirokcsomók megítélése azok nagyságán, körvonalain, szerkezetén (nekrózis jelenléte) alapszik. Ez egyben azt is jelenti, hogy sem a CT, sem a hagyományos MR vizsgálat nem tud különbséget tenni a kóros, illetve ép nyirokcsomók között, ha azok mérete kicsi (1 cm, vagy annál kisebb az átmérőjük) [6, 11, 12, 19].

A nagyobb sejtsűrűség okozta diffúziós gátlás a malignus szerkezetű nyirokcsomókban a magas b-faktorral végzett méréseknél – még a normál (1 cm-nél kisebb) méret esetében is – igazolja az elváltozást. Egyes szerzők véleménye szerint a 4 mm-nél kisebb átmérőjű nyirokcsomók már nem alkalmasak ADC meghatározásra [12]. Minél kisebb a terület, melynél ADC mérés történik, annál valószínűbb, hogy a parciális volumen effektus miatt a mért érték nem lesz pontos [11].

A nyirokcsomók malignitásának eldöntésében, főként kismedencei tumoroknál, jelentős előrelépés volt az USPIO nevű kontrasztanyag bevezetése. Annak intravénás beadását követően 24-36 óra múlva a T2 szekvencián jelintenzitás csökkenést mutató egészséges és lokális gyulladást kísérő nyirokcsomókkal szemben a malignus nyirokcsomók (nagyságtól függetlenül) változatlan jelintenzitásúak maradnak [12].

A magas b-faktorral végzett vizsgálatnál sem minden világos (magas jelintenzitású) nyirokcsomó egyértelműen malignus. Az egészséges nyirokcsomók is lehetnek magas jelintenzitásúak, és hasonló képet mutat a reaktív hiperplázia is [1, 6, 20].

A malignusan érintett nyirokcsomókban a nagyobb sejtsűrűség diffúziós gátlást, alacsonyabb ADC értéket eredményez, de nem lehet figyelmen kívül hagyni, hogy a nagyobb nyirokcsomókban nekrosis alakulhat ki, ami az ADC növekedéséhez vezet. A jól vizsgálható, mérhető nyirokcsomók esetében is célszerű több helyen elvégezni az ADC mérést, mert a nyirokcsomón belül különböző dignitású részek lehetnek.

Metasztatikusan nyirokcsomók ADC mérésénél segítséget jelent, ha ismert az alap tumor ADC értéke, a malignus sejtek hasonlósága miatt.

A nyirokcsomók malignus-benignus ADC értékének meghatározására is érvényes, hogy irányelveket lehet megadni, de a pontos értékeket a vizsgálati paraméterek (térorosság, b-faktor, zsírelnyomás) döntően befolyásolják. Általános elvként igaz, hogy a metasztatikus és malignus nyirokcsomók ADC értéke alacsonyabb, mint az egészséges nyirokcsomóké, de a fibrózis és zsírosodás is alacsonyabb ADC értékű.

Ha az ADC mérést biopszia előzi meg, a nyirokcsomón belüli bevezetés hibás mérési értéket eredményez.

A DW-MRI nagy előnye a nyirokcsomók érintettségének diagnosztikájában, hogy a kezelés eredményessége is jól

lemérhető a nyirokcsomók jelintenzitás – és ezzel együtt az ADC érték változásán. Főként hematológiai, de más malignus betegségekben is a megnagyobbodott, kóros szerkezetű nyirokcsomókban a kezelés eredményeként a tumor sejtek elpusztulnak, de a nagyság változatlan maradhat. Ilyen esetben a DW-MRI vizsgálat jelintenzitás és az ADC érték változása utal a kezelés eredményességére [12].

HASI PARENCHYMÁS SZERVEK (MÁJ, HASNYÁLMIRIGY, VESE)

A hasi parenchymás szervek DW-MRI vizsgálatának célja nemcsak az elváltozás jóindulatú-gyulladásos-rosszindulatú kérdésének az eldöntése, az ADC érték változása a tumorok karakterizálását is lehetővé teszi. A hasi parenchymás szervek megbetegedései gyakori (hanem a leggyakoribb) előfordulásúak, ezért a teljes test DW-MRI vizsgálatok végzésében a legtöbb tapasztalat, eredmény is ezen a területen található. A közölt eredmények itt is legfeljebb irányadók, semmiképpen nem lehet ezeket az értékeket minden tekintetben alapul venni, mert az alkalmazott technikák hardware és software oldalon egyaránt eltérők.

Máj

A máj gócos elváltozásai gyakori előfordulásúak. CT és/vagy hagyományos MR vizsgálatokkal az elváltozások a jellegzetes megjelenésük, kontrasztanyag halmozási dinamikájuk alapján sokszor pontosan megítélhetők. Külön problémát jelent a cirrhotikus májban a regeneratív gócek mellett kialakuló hepatocelluláris carcinoma diagnózisa. Ilyenkor a májspecifikus T2 kontrasztanyaggal végzett vizsgálatok sem mindig egyértelműen diagnosztikusak.

Az egyes gócek megjelenései között is lehetnek átfedések, és nem minden góc mutat karakterisztikus elváltozásokat. Ha a betegnek ismert tumoros alapbetegsége is van a góc(ok) dignitásának eldöntése a beteg kezelése, életkilátásai szempontjából definitív.

Az irodalmi adatok is alátámasztják, hogy különböző májelváltozások a magas b-faktorral végzett DW-MRI vizsgálatoknál sokszor hasonló megjelenésűek (jelintenzitásúak), ilyen esetekben az ADC érték differenciál- diagnosztikus [3, 5, 8] (1. táblázat).

Szerzők	Kim(1999)	Taouli(2003)	Gourtsoyiannis(2008)
DW-MRI technika	Légzésvisszatartás	Triggerelés	Triggerelés
b- érték (s/mm ²)	0, 850	0, 500	0, 50, 500, 1000
Normál parenchyma	1.02±0.25	1.83	1.25-1.31
Metasztázis	1.06±0.50	0.94±0.60	0.99±0.07
HCC	0.97±0.31	1.33±0.13	1.38±0.59
Cysta	2.91±1.51	3.63±0.56	2.55±0.14
Haemangioma	2.04±1.01	2.95±0.67	1.90±0.19
FNH/adenoma	-	1.75±0.46	1.40±0.15

1. táblázat
Gócos májelváltozások ADC értékei

Hasnyálmirigy

A hasnyálmirigy megbetegedései közül a tumor (80%-ban adenocarcinoma) minél inkább korai és pontos diagnózisa a beteg életkilátásai miatt kiemelt fontossággal bír. Ezt elsősorban a felismerés nehezítettsége, a tumor agresszivitása és az alacsony 5 éves túlélési statisztika indokolja. A hasnyálmirigy tumorok viszonylag későn okoznak panaszokat, illetve kerülnek felfedezésre, ilyenkor már kicsi a teljes gyógyítás-gyógyulás lehetősége.

Az UH és a többfázisú CT vizsgálatok a tünetek megjelenésekor, az emelkedett tumor markerek ismeretében sem igazolják (ábrázolják) minden esetben az alapbetegséget. A hagyományos MR vizsgálat a CT vizsgálathoz hasonló szenzitivitása a hasnyálmirigy tumor diagnosztikájában. A tumor gyorsan ad metasztázisokat a környező szövetekbe, felismerésekor közel 90%-ban már a metasztázisok is láthatók. Az esetek nem kis részében a metasztázisok kerülnek elsődlegesen felfedezésre, a viszonylag kisméretű tumorok ultrahanggal, de CT-vel sem ismerhetők fel. A jellegzetes tünetek hiányában a hasnyálmirigy tumor, vagy metasztázisának szokatlan megjelenése sokszor téves diagnózist, például retroperitoneális fibrosis diagnózist eredményezhet. Éppen ezért a korai pontos diagnózis az egyetlen lehetőség a túlélésre.

A hasnyálmirigy tumorokkal foglalkozó irodalom szerint az egyik legnehezebb diagnosztikus problémát a krónikus hasnyálmirigy gyulladás/tumor kérdése jelenti. A több éve, vagy évtizede, krónikus pankreatitiszben szenvedő betegeknek mindig fennáll a lehetőség a tumoros átalakulásra. A kórkép jellegzetes UH, CT, MR morfológiával rendelkezik, és ez a képi megjelenés rejti magában a tévedés lehetőségét. A DW-MRI vizsgálat, az ADC mérés ebben a kérdésben komoly segítséget jelent. A magas b-faktorral végzett DW-MRI vizsgálatok a hasnyálmirigy tumor gyanú esetén már a korai stádiumban is jól jelzik – ellentétben a többi képalkotó vizsgálatokkal szemben – a malignus elfajulását [7, 9, 14, 18]. Az irodalomban közölt ADC értékek az adenocarcinoma – krónikus körülírt gyulladás összehasonlításában ellentmondásosak, Takeuchi és Lee az adenokarcinoma, Fattahi és Huang a krónikus körülírt gyulladás ADC értékét találta magasabbnak [10, 15, 16, 20] (2. táblázat).

	Takeuchi (2008)	Lee (2008)	Fattahi (2009)	Huang (2011)
	b: 800	b: 1000	b: 600	b: 1000
Negatív	-	1.62±0.34	2.11±0.32	1.47±0.18
Adenokarcinoma	1.38±0.32	1.23±0.18	1.46±0.18	1.06±0.15
Körülírt krónikus gyulladás	1.00±0.18	1.04±0.18	2.09±0.18	1.35±0.14

2. táblázat
Pankréasz tumor – körülírt krónikus gyulladás ADC értékei

Fontos megemlíteni, hogy a tumoron belüli nekrozis, illetve a gyulladásos területben kialakult folyadékgyülem módosítja az ADC értéket.

Vese

A vese szolid, vagy cisztózus elváltozásai ultrahanggal, CT-vel, MR-rel egyaránt jól vizsgálhatók, és figyelembe véve a kontrasztanyag halmozást, annak dinamikáját az esetek jelentős részében a diagnózis egyértelműen felállítható. A DW-MRI vizsgálatok során a hasi szervek közül az ép vese a legmagasabb ADC értékű, azt követi a máj a pankréász, és a lép. A vesén belül is a cortex értéke magasabb, mint a medulláé [12, 17, 22].

A szimpla (tisza) ciszta diagnózisa egyszerű. A ciszták jelintenzitása a b:0-600-1000 értékekkel végzett vizsgálatnál jellegzetes csökkenést mutat, a 0 értéknél a legmagasabb, majd a 600-as értéknél még elkülöníthető, de az 1000 értéknél már teljes jelintenzitás csökkenés látható. Ha a cisztán belül vér, vagy magas fehérje tartalmú anyag van, az már az alacsony b-értékű képeken és a T2 méréseknél is kifejezett jelintenzitás csökkenést okoz.

A kóros, malignus, folyamatok diagnosztikájában a problémát a vegyes szerkezetű cisztózus képletek jelentik. Fokozza a bizonytalanságot, ha az ilyen jellegű elváltozás(ok) polycystás vesében alakul(nak) ki. A cisztózus képletek UH vizsgálattal csökkent echogenitású, CT vizsgálattal alacsony, de nem teljesen folyadék denzitású, MR vizsgálattal, súlyozástól függően folyadékra utaló jelintenzitást mutatnak. Kontrasztanyag adására részleges halmozás lehet-

séges, de ez sem ad végleges választ a dignitás kérdésére. Ezeknek az elváltozásoknak a tisztázásában van a DW-MRI vizsgálatnak jelentős szerepe. A magas b-faktorialis készített ADC térképeken a tumor lényegesen alacsonyabb ADC értéket mutat, mint a tiszta ciszták, illetve az ép veseparenchyma (17). Az ADC értéknek nemcsak a ciszta – cisztózus tumor kérdésében van perdöntő jelentősége, de lezárt vesénél jól elkülöníthető a hydronephrosis, a hasonló megjelenésű, de befertőződött pyonephrosistól. A DW-MRI vizsgálat és az ADC érték a parenchyma elváltozások mellett a vese működéséről is hasznos információt nyújt. Krónikus veseelégtelenségben a cortex és a medulla ADC értéke lényegesen alacsonyabb, mint ép esetben [12].

KÖVETKEZTETÉSEK

A képalkotó diagnosztika az elmúlt fél évszázadban rendkívül nagy fejlődésen ment keresztül. Ennek eredményeként a megbetegedésekről egyre több, pontosabb képi információ szolgálja a gyógyítást. Az onkológiai betegségek a megbetegedések számában és a halálokok területén egyaránt vezető szerepet töltenek be. Éppen ezért a tumoros betegségekben a minél inkább korai morfológiai és funkcionális képalkotás döntően befolyásolja a kezelés eredményességét. Az elmúlt pár évben bizonyosságot nyert, és saját kezdeti tapasztalataim is igazolják, hogy a DW-MRI vizsgálatok a daganatos betegségek egy részében a PET vizsgálatokkal közel hasonló eredményességűek.

IRODALOMJEGYZÉK

- [1] Akduman EI., Momtahn AJ., Balci NC., és mtsai: Comparison between malignant and benign abdominal lymph nodes on diffusion-weighted imaging. Acta Radiol. 2008, 15, 641-646.
- [2] Basser PJ., Jones DK.: Diffusion-tensor MRI: theory, experimental design and data analysis-a technical review. NMR Biomed, 2002, 15, 456-467.
- [3] Bruegel M., Gaa J., Waldt S.: Diagnosis of hepatic metastasis: comparison of respiratory-triggered diffusion-weighted echo-planar MRI and five t2-weighted turbo spin-echo sequences. AJR., 2008, 191, 1421-1429.
- [4] DeLano MC., Cao Y.: High b-value diffusion imaging. Neuroimaging Clin N Am., 2002, 12, 21-34.
- [5] Goshima S., Kanematsu M., Kondo H. és mtsai: Diffusion-weighted imaging of the liver: optimizing b value for the detection and characterization of benign and malignant hepatic lesions. J Magn Reson Imaging, 2008, 28, 691-697.
- [6] Haaga JR., Lanzieri CF.: MR imaging of the whole body. Moosby. 2003, St. Louis MO.
- [7] Ichikawa T., Erturk SM., Motosugi U., és mtsai: High-b value diffusion-weighted MRI for detecting pancreatic adenocarcinoma: preliminary results. AJR. 2007, 188, 409-414.
- [8] Ichikawa T., Haradome H., Hachiya J., és mtsai: Diffusion weighted MR imaging with a single-shot echoplanar sequence: detection and characterization of focal hepatic lesions. AJR. 1998, 170, 397-402.
- [9] Inan N., Arslan A.: Diffusion weighted imaging in the differential diagnosis of cystic lesions of the pancreas. AJR. 2008, 191, 1115-1121.
- [10] Kim T., Murakami T.: Pancreatic mass due to chronic pancreatitis: correlation of CT and MR imaging features with pathologic findings. AJR 2001, 177, 367-371.
- [11] Koh DM., Collins DJ.: Diffusion-weighted MRI in the body: applications and challenges in oncology. AJR. 2007, 188, 1622-1635.
- [12] Koh DM., Thoeny HC.: Diffusion-weighted MR imaging: applications in the body. Springer 2010. Berlin.

A szerzők bemutatása és az irodalomjegyzék folytatása a cikk II. része után, a következő számunkban olvasható.